

**Genética de Caracteres do
Pedúnculo em Cruzamentos de
Feijão-Caupi, Segregando para
Inflorescências Simples
e Composta**



Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 109

Genética de Caracteres do Pedúnculo em Cruzamentos de Feijão-Caupi, Segregando para Inflorescências Simples e Composta

Iradenia da Silva Sousa

Clodoaldo José da Anunciação Filho

Francisco Rodrigues Freire Filho

Valdenir Queiroz Ribeiro

Paulo Fernando de Melo Jorge Vieira

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Meio-Norte

Av. Duque de Caxias, 5.650, Bairro Buenos Aires

Caixa Postal 01

CEP 64006-220, Teresina, PI

Fone: (86) 3198-0500

Fax: (86) 3198-0530

www.embrapa.br/meio-norte

www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê de Publicações

Presidente: *Maria Teresa do Rêgo Lopes*

Secretário-administrativo: *Jeudys Araújo de Oliveira*

Membros: *Flávio Favaro Blanco, Lígia Maria Rolim Bandeira, Luciana Pereira dos Santos Fernandes, Orlane da Silva Maia, Adão Cabral das Neves, Braz Henrique Nunes Rodrigues, Fábria de Mello Pereira, Fernando Sinimbu Aguiar, Geraldo Magela Côrtes Carvalho, João Avelar Magalhães, José Almeida Pereira, Laurindo André Rodrigues, Marcos Emanuel da Costa Veloso*

Supervisão editorial: *Lígia Maria Rolim Bandeira*

Revisão de texto: *Francisco de Assis David da Silva*

Normalização bibliográfica: *Orlane da Silva Maia*

Editoração eletrônica: *Jorimá Marques Ferreira*

Foto da capa: *Ronaldo Macêdo da Rosa*

1ª edição (2015): formato digital

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Meio-Norte

Genética de caracteres do pedúnculo em cruzamentos de feijão-caupi, segregando para inflorescências simples e composta / Iradenia da Silva Sousa... [et al.]. - Teresina : Embrapa Meio-Norte, 2015.

29 p. ; 21 cm x 27 cm. - (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Meio-Norte, ISSN 1413-1455 ; 109).

1. Efeito genético. 2. Hereditariedade. 3. Melhoramento genético vegetal. 4. Vigna unguiculata. I. Sousa, Iradenia da Silva. II. Embrapa Meio-Norte. III. Série.

CDD 633.85 (21. ed.)

© Embrapa, 2015

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução	9
Material e Métodos	11
Resultados e Discussão	13
Conclusões	27
Agradecimentos	28
Referências	28

Genética de Caracteres do Pedúnculo em Cruzamentos de Feijão-Caupi, Segregando para Inflorescências Simples e Composta

Iradenia da Silva Sousa¹

Clodoaldo José da Anunciação Filho²

Francisco Rodrigues Freire Filho³

Valdenir Queiroz Ribeiro⁴

Paulo Fernando de Melo Jorge Vieira⁵

Resumo

O feijão-caupi apresenta nas cultivares atuais inflorescência do tipo simples, com uma ou poucas flores por cacho. Outras leguminosas, como o feijão comum e a soja, com maior potencial produtivo, têm inflorescência composta, com várias flores por botão floral. Este trabalho avaliou a genética dos caracteres relacionados ao pedúnculo, em cruzamentos de feijão-caupi, segregando para inflorescências simples e composta. Foram realizados cruzamentos entre a cultivar Cacheado-roxo,

¹Bióloga, doutoranda em Genética e Melhoramento de Plantas, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), Piracicaba, SP

²Engenheiro-agrônomo, D. Sc. em Genética e Melhoramento de Plantas, professor da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife, PE

³Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Belém, PA

⁴Engenheiro-agrônomo, M.Sc. em Estatística e Experimentação Agronômica, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI

⁵Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI

com inflorescência composta, e as linhagens TVx 5058-09C (P_2) e AU94-MOB-816 (P_3), ambas com inflorescência simples. Avaliaram-se os genitores, as gerações F_1 e F_2 e os retrocruzamentos (RCs) em delineamento de blocos casualizados com seis repetições. Estimaram-se valores dos componentes de médias e variâncias para os caracteres do pedúnculo. Para a comparação de médias entre as populações com inflorescências simples e composta, utilizou-se o teste “ t ” com o número de graus de liberdade obtido pela aproximação de Satterthwaite. O modelo completo é satisfatório para explicar a variância observada nos caracteres. A ação gênica aditiva é o componente de maior relevância no controle genético da maioria dos caracteres. Há diferenças significativas entre as médias das populações com inflorescência simples e as com inflorescência composta e há variabilidade genética para se fazer seleção para o aumento da eficiência produtiva de plantas com inflorescência composta.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata*, efeito gênico, herança, melhoramento de plantas.

Genetic of Peduncle Characters in Cowpea Crosses Segregating for Simple and Compound Inflorescences

Abstract

The current cowpea cultivars present simple inflorescence, with one or a few flowers per cluster. Other legumes such as common bean and soybean with higher yield potential, has compound inflorescence with multiple flowers per floral button. This work studied the genetic of characters related to cowpea peduncle, in crosses of cowpea segregating for simple and compound inflorescences. Crosses were carried out between Cacheado-roxo cultivar (P_1), with compound inflorescence, and TVx 5058-09C (P_2) and AU94-MOB-816 (P_3) breedings, both with simple inflorescence. Evaluated the parents, F_1 and F_2 and backcrossings (RCs) in randomized block design with six repetitions. Values of mean and variance for the characters were estimated. The comparison of means among populations with simple and compound inflorescences was reached by using "t" test, with the number of degrees of freedom obtained

according to Satterthwaite approximation. The complete model is satisfactory to explain the variance observed in the characters. Additive genetic action is the most relevant component in the genetic control of most characters. There is significant difference in the means of populations with simple and compound inflorescences, as well as in the genetic variability to make selection in order to increase production efficiency of plants with compound inflorescence.

Index terms: Vigna unguiculata, genetic effect, inheritance, breeding

Introdução

O desenvolvimento de cultivares com alto potencial de rendimento de grãos e arquitetura de plantas adequada aos cultivos adensados e à colheita mecanizada visa atender às exigências dos cultivos tecnificados e tem viabilizado o plantio do feijão-caupi em grandes áreas das regiões Centro-Oeste, Norte e Nordeste, como cultura principal ou de safrinha (BEZERRA et al., 2012).

Em programas de melhoramento do feijão-caupi, os principais objetivos são o desenvolvimento de cultivares altamente produtivas, precoces, de porte ereto, de crescimento determinado e resistentes a pragas e doenças (MACHADO et al., 2008). Segundo Matos Filho et al. (2009), genótipos eretos, com crescimento determinado e menor comprimento do ramo principal, têm a maturidade mais uniforme, o que possibilita a realização de apenas uma colheita, e com maior rendimento por área. Destacaram ainda a importância de considerar o comprimento e o número de nós do ramo principal como critérios de seleção, pois os mesmos interagem na arquitetura da planta, podendo proporcionar maior produção de grão por planta, vislumbrando aumento de produtividade, fator essencial em programa de melhoramento genético.

Com o incremento do interesse de produtores empresariais pela cultura do feijão-caupi, aumentou a demanda por cultivares de portes ereto e semiereto e de hábito de crescimento determinado, por serem essas características essenciais à mecanização dos tratos culturais e da colheita (BEZERRA et al., 2001).

O pedúnculo das vagens representa um dos caracteres que influenciam diretamente a arquitetura da planta de feijão-caupi, tendo-se observado que genótipos de porte prostrado apresentam pedúnculos mais compridos, comparados aos de portes ereto e semiereto (ROCHA et al., 2009).

As cultivares comerciais de feijão-caupi apresentam inflorescência simples, geralmente com pedúnculos longos, entretanto há cultivares com pedúnculos curtos. Araújo et al. (1981) e Fawole e Afolabi (1983) mencionaram genótipos com inflorescência composta que podem carregar mais vagens em seus pedúnculos do que os genótipos com inflorescência simples. Contudo é importante ressaltar que há também a necessidade de reduzir o tamanho do pedúnculo.

Na literatura, são mencionados dois genes recessivos *ci* (SEN; BHOWAL, 1961) e *bp* (FAWOLE; AFOLABI, 1983) que condicionam a produção de inflorescência composta. No Brasil, Araújo et al. (1981) descreveram a cultivar crioula Cacheado, coletada no Estado do Piauí, a qual apresenta inflorescência composta. Machado et al. (2007), com essa cultivar, estudaram o controle genético desse tipo de inflorescência e concluíram que a característica é controlada por um único gene recessivo.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a genética dos caracteres relacionados ao pedúnculo, em cruzamentos de feijão-caupi, segregando para inflorescência simples e composta.

Material e Métodos

Realizaram-se cruzamentos entre as linhagens TVx 5058-09C (P_2), procedente do Institute International of Tropical Agriculture (IITA), localizado na Ibadan, Nigéria, e AU94-MOB-816 (P_3), oriunda da Universidade de Auburn, Alabama, Estados Unidos, ambas com inflorescência simples (Figura 1A) e a cultivar Cacheado-roxo (P_1), proveniente do Programa de Melhoramento de Feijão-caupi, da Embrapa Meio-Norte, portadora de inflorescência composta (Figura 1B).

Os cruzamentos 1 (CR-1), $P_2 \times P_1$, e 2 (CR-2), $P_1 \times P_3$, foram realizados em novembro de 2006, em condições de casa de vegetação. Em fevereiro de 2007, realizaram-se os retrocruzamentos (RCs) e foram obtidas as gerações F_2 de ambos os cruzamentos.

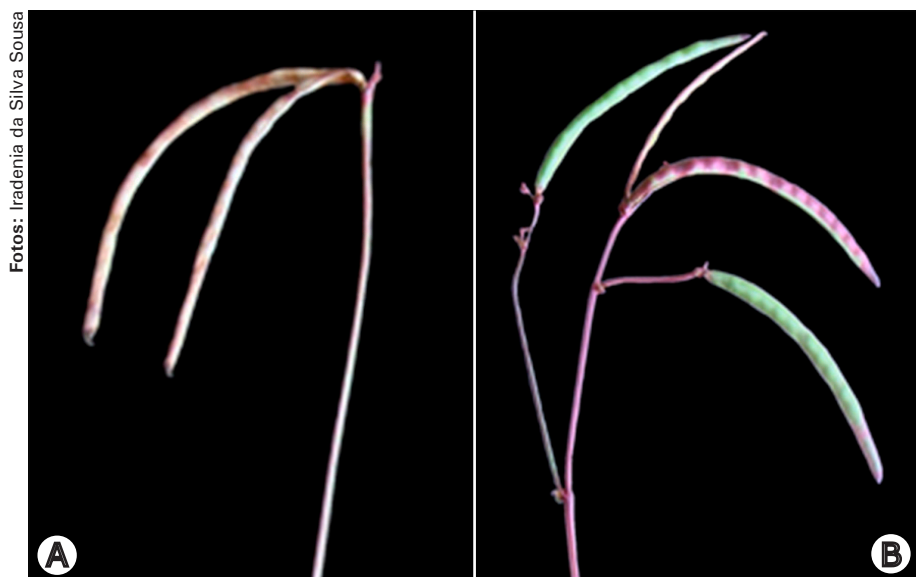


Figura 1. Inflorescências de feijão-caupi: simples (A) e composta (B).

Usou-se delineamento experimental de blocos casualizados com seis repetições, na condição de sequeiro. Os genitores P_1 , P_2 e P_3 e as gerações F_1 foram semeados, cada um, em uma parcela por repetição. Para os retrocruzamentos, semearam-se duas parcelas; as gerações F_2 , em cinco parcelas por repetição. Cada parcela constituiu-se de uma fileira de 7,0 m, espaçada de 1,0 m, e 0,70 m entre plantas dentro da fileira, cultivando-se uma planta por cova. Realizou-se a semeadura em 11 de março de 2007.

Coletaram-se em plantas individuais os seguintes caracteres: número de pedúnculos com vagem (NPCV), número total de pedúnculos (NTP), comprimento médio de pedúnculos com vagem (CMPCV), peso seco de pedúnculos com vagem (PSPCV), peso seco de pedúnculos sem vagem (PSPSV), peso seco total de pedúnculos (PSTP), número de vagens por planta (NVP), peso de grãos secos (PGS). Adicionalmente, foram estimado o índice de pedúnculos com vagem (IPCV) - número de pedúnculos com vagem dividido pelo número total de pedúnculos; o índice de peso seco de pedúnculos com vagem (IPSPCV) - peso seco de pedúnculos com vagem dividido pelo peso seco total de pedúnculos; a relação do número de vagens por planta pelo número de pedúnculos com vagem (RNVP/NPCV); e a relação do peso de grãos secos pelo peso seco total de pedúnculos (RPGS/PSTP) - peso de grãos secos dividido pelo peso seco total de pedúnculos.

Realizaram-se análises genéticas baseadas em médias e variâncias, estimadas a partir de plantas individuais das populações P_1 , P_2 , P_3 , F_1 s, F_2 s e RCs, para ambos os cruzamentos, conforme Mather e Jinks (1984) e Cruz et al. (2004), com o auxílio dos programas Genes (CRUZ, 2001) e SAS (SAS INSTITUTE, 2008).

Para comparação de médias entre as inflorescências simples e composta, usou-se o teste “t” com o número de graus de liberdade obtido pela aproximação de Satterthwaite (1946). Fez-se a transformação dos dados para raiz quadrada nos caracteres número total de pedúnculos (NTP), número de pedúnculos com vagem (NPCV) e relação do número de vagens por planta pelo número de pedúnculos com vagem (RNVP/NPCV), a fim de obter variâncias homogêneas e erros com distribuição normal.

Resultados e Discussão

As médias e variâncias estimadas para os genitores Cacheado-roxo (P_1), TVx 5058-09C (P_2) e AU94-MOB-816 (P_3), em ambos os cruzamentos, mostraram diferenças de magnitude (Tabelas 1 e 2). Constata-se, em relação ao caráter CMPCV, que o genitor P_1 , comum aos dois cruzamentos, tem o maior comprimento médio do pedúnculo com vagem, 39,66 cm. O P_2 apresentou média de 11,18 cm e o P_3 , média de 14,19 cm. Esse contraste entre os parentais é imprescindível, pois diminui os erros, possibilitando a obtenção de uma estimativa mais precisa dos parâmetros (CRUZ et al., 2004).

Tabela 1. Número de plantas observadas (n), média (m) e variância (σ^2) de parentais e gerações segregantes em caracteres do pedúnculo em dois cruzamentos de feijão-caupi, segregando para inflorescências simples e composta, Teresina, PI, 2008.

Geração	Caráter ⁽¹⁾											
	NPCV				NTP				CMPCV (cm)			
	n	m	σ^2	V _(m)	m	σ^2	V _(m)	V _(m)	m	σ^2	V _(m)	PSMPCV (g)
Cruzamento 1 - TVx 5058-09C(P ₂) x Cacheado-roxo (P ₁)												
P ₁	40	6,02	7,82	0,20	11,73	22,31	0,56	39,66	72,24	1,81	15,88	63,53
P ₂	41	7,12	16,31	0,40	9,71	23,76	0,58	11,18	6,94	0,17	2,45	2,54
F ₁	56	10,30	17,34	0,31	13,71	26,10	0,47	28,12	15,89	0,28	9,00	13,19
F ₂	243	8,19	29,40	0,12	12,71	50,56	0,21	25,53	87,22	0,36	9,06	73,05
RC ₁	92	9,86	18,17	0,20	15,67	31,94	0,35	33,50	82,02	0,89	16,48	97,46
RC ₂	106	9,60	23,69	0,22	13,95	44,29	0,42	19,44	60,70	0,57	5,69	11,19
Cruzamento 2 – Cacheado-roxo (P ₁) x AU 94-MOB-816(P ₃)												
P ₁	40	6,02	7,82	0,20	11,73	22,31	0,56	39,66	72,24	1,81	15,88	63,53
P ₃	46	3,74	3,40	0,07	4,76	5,92	0,13	14,19	53,73	1,17	1,58	1,04
F ₁	59	8,10	11,47	0,19	12,63	29,48	0,50	23,56	25,59	0,43	6,49	15,37
F ₂	265	6,16	14,74	0,06	9,63	32,20	0,12	23,66	45,12	0,17	5,94	21,08
RC ₁	69	8,26	11,90	0,17	12,16	28,81	0,39	31,31	47,44	0,69	11,34	30,78
RC ₂	96	6,60	10,99	0,11	9,89	22,50	0,23	18,04	19,77	0,21	4,00	14,80

⁽¹⁾NPCV: número de pedúnculos com vagem; NTP: número total de pedúnculos; CMPCV: comprimento médio de pedúnculos com vagem; PSTP: peso seco total de pedúnculos; PSMPCV: peso seco médio de pedúnculos com vagem.

Tabela 2. Número de plantas observadas (n), média (m) e variância (σ^2) de parentais e gerações segregantes em caracteres do pedúnculo em dois cruzamentos de feijão-caupi, segregando para inflorescências simples e composta, Teresina, PI, 2008.

Geração	Caráter ⁽¹⁾											
	IPCV			IPSPCV			RNVP/NPCV			RPGS/PSTP		
	n	σ ²	V _(m)	m	σ ²	V _(m)	m	σ ²	V _(m)	m	σ ²	V _(m)
Cruzamento 1 - TVx 5058-09C(P ₂) x Cacheado-roxo (P ₁)												
P ₁	0,54	0,04	0,0008	0,74	0,03	0,0007	1,80	0,17	0,004	1,15	0,30	0,007
P ₂	0,75	0,05	0,001	0,86	0,02	0,0005	1,68	0,22	0,005	5,87	5,89	0,14
F ₁	0,77	0,03	0,0005	0,90	0,007	0,0001	1,54	0,08	0,001	3,28	1,21	0,02
F ₂	0,66	0,07	0,0002	0,81	0,04	0,0002	1,63	0,22	0,0009	3,11	4,68	0,02
RC ₁	0,66	0,05	0,0005	0,79	0,03	0,0002	1,62	0,19	0,002	2,09	1,49	0,02
RC ₂	0,70	0,05	0,0004	0,85	0,03	0,0002	1,63	0,16	0,001	4,30	4,09	0,04
Cruzamento 2 – Cacheado-roxo (P ₁) x AU 94-MOB-816(P ₃)												
P ₁	0,54	0,04	0,0008	0,74	0,03	0,0007	1,80	0,17	0,004	1,15	0,30	0,007
P ₃	0,82	0,06	0,001	0,89	0,03	0,0006	1,70	0,22	0,005	5,82	5,67	0,12
F ₁	0,68	0,04	0,0007	0,84	0,02	0,0003	1,51	0,10	0,002	3,74	2,38	0,04
F ₂	0,69	0,06	0,0002	0,83	0,03	0,0001	1,56	0,26	0,0009	3,21	3,22	0,01
RC ₁	0,71	0,03	0,0005	0,86	0,01	0,0002	1,66	0,18	0,002	2,38	1,11	0,02
RC ₂	0,70	0,05	0,0005	0,83	0,03	0,0002	1,54	0,11	0,001	4,24	3,77	0,04

⁽¹⁾ IPCV: índice de pedúnculos com vagem; IPSPCV: índice de peso seco de pedúnculos com vagem; RNVP/NPCV: relação do número de vagens por planta pelo número de pedúnculos com vagem; RPGS/PSTP: relação do peso de grãos secos pelo peso seco total de pedúnculos.

Os testes de significância da hipótese de nulidade dos efeitos genéticos estimados a partir do modelo completo encontram-se nas Tabelas 3 e 4. O efeito genético aditivo foi significativo, em ambos os cruzamentos, nos caracteres CMPCV, PSTP, PSMPCV, IPCV, IPSPCV e na relação RPGS/PSTP; no cruzamento 2 (CR-2), foi significativo em NTP e NPCV. Esse efeito foi positivo em quase todos os caracteres, exceto em IPCV, IPSPCV e na relação RPGS/PSTP, indicando claramente contribuição significativa do efeito genético aditivo na herança da maioria dos caracteres em ambos os cruzamentos. Portanto a seleção pode ser efetiva para melhorar os caracteres CMPCV, PSMPCV, IPCV, IPSPCV e a relação RPGS/PSTP, que são controlados em grande parte pelo efeito gênico aditivo.

O efeito dominante foi significativo e positivo nos caracteres NTP, PSTP e NPCV em ambos os cruzamentos. A dominância ocorreu em direção ao maior número de pedúnculo, maior peso seco de pedúnculo e maior número de pedúnculo com vagem. Entretanto a combinação dos efeitos gênicos “aditivo” e “aditivo x aditivo” em PSTP no CR-2 foi maior que o efeito dominante, evidenciando que a seleção pode ser efetiva mesmo em geração precoce. Pelo fato de o efeito dominante apresentar maior magnitude nos caracteres NTP e NPCV, em ambos os cruzamentos, e em PSTP no CR-1, a seleção para esses caracteres deve ser realizada em geração mais avançada.

Tabela 3. Estimativas dos parâmetros genéticos e coeficientes de determinação com base nas médias dos parentais, gerações F1 e F2 e retrocruzamentos em dois cruzamentos de feijão-caupi segregando para inflorescências simples e composta, Teresina, PI, 2008.

Parâmetro ⁽¹⁾	Caráter ⁽²⁾									
	NPCV		NTP		CMPCV (cm)		PSTP (g)		PSMPCV (g)	
	Cruzamento 1 - TVx 5058-09C(P ₂) x Cacheado-roxo (P ₁)									
	t	R ²	t	R ²	t	R ²	t	R ²	t	R ²
m	0,20	0,09	0,89	1,41	6,23 **	8,59	0,34	0,08	3,19 **	4,62
a	1,42	4,55	1,89	6,41	20,27 **	90,87	10,45 **	75,00	14,40 **	94,38
d	4,30 **	41,41	4,56 **	37,30	1,00	0,22	2,98 **	6,09	0,41	0,08
a	3,25 **	23,70	3,33 **	19,88	1,10	0,27	2,63 **	4,75	1,27	0,73
ad	1,06	2,54	0,70	0,87	0,13	0,004	3,25 **	7,25	0,25	0,03
dd	3,51 **	27,71	4,37 **	34,13	0,45	0,04	3,16 **	6,84	0,59	0,16
Cruzamento 2 – Cacheado-roxo (P ₁) x AU 94-MOB-816(P ₃)										
m	0,14	0,03	1,25	1,63	8,63 **	25,18	0,90	0,55	4,14 **	9,34
a	4,40 **	29,96	8,41 **	74,19	14,77 **	73,79	11,26 **	85,13	12,74 **	88,38
d	4,47 **	30,83	3,15 **	10,40	0,34	0,04	2,13 *	3,06	0,10	0,01
aa	3,56 **	19,57	2,64 **	7,34	1,61	0,88	3,60 **	8,71	1,96	2,09
ad	0,87	1,17	1,36	1,93	0,42	0,06	0,19	0,02	0,19	0,02
dd	3,46 **	18,44	2,07 **	4,51	0,38	0,05	1,94	2,53	0,55	0,17

⁽¹⁾m: média das linhagens homozigóticas derivadas de F₂; a: medida do efeito gênico aditivo; d: medida dos desvios da dominância.

⁽²⁾NPCV: número de pedúnculos com vagem; NTP: número total de pedúnculos; CMPCV: comprimento médio de pedúnculos com vagem; PSTP: peso seco total de pedúnculos; PSMPCV: peso seco médio de pedúnculos com vagem. * significativo (0,05 ≥ p ≥ 0,05). ** significativo (p < 0,01).

Tabela 4. Estimativas dos parâmetros genéticos e coeficientes de determinação com base nas médias dos parentais, gerações F1 e F2 e retrocruzamentos em dois cruzamentos de feijão-caupi, segregando para inflorescências simples e composta, Teresina, PI, 2008.

Parâmetro ⁽¹⁾	Caráter ⁽²⁾							
	IPCV		IPSPCV		RNVP/NPCV		RPGS/PSTP	
	Cruzamento 1 - TVx 5058-09C(P ₂) x Cacheado-roxo (P ₁)							
	t	R ²	t	R ²	t	R ²	t	R ²
m	6,17**	61,43	10,26**	88,74	10,05**	96,91	4,21**	10,69
a	4,57**	33,70	3,50**	10,29	1,28	1,57	12,15**	88,93
d	0,64	0,67	0,34	0,10	0,69	0,46	0,18	0,02
aa	0,71	0,81	0,66	0,36	0,14	0,02	0,47	0,13
ad	1,43	3,32	0,18	0,03	0,10	0,96	0,49	0,14
dd	0,21	0,07	0,76	0,48	0,29	0,08	0,38	0,09
Cruzamento 2 – Cacheado-roxo (P ₁) x AU 94-MOB-816(P ₃)								
m	6,92**	47,08	11,60**	78,79	8,70**	96,12	4,61**	11,11
a	6,03**	35,72	4,31**	10,86	1,13	1,61	12,92**	87,12
d	0,93	0,85	1,16	0,78	0,05	0,003	0,09	0,01
aa	0,67	0,44	0,96	0,54	0,97	1,20	0,61	0,19
ad	3,89**	14,85	3,81**	8,48	0,90	1,03	1,60	1,33
dd	1,03	1,05	0,97	0,55	0,16	0,03	0,69	0,25

⁽¹⁾m: média das linhagens homozigóticas derivadas de F₂; a: medida do efeito gênico aditivo; d: medida dos desvios da dominância. IPCV: índice de pedúnculos com vagem; IPSPCV: índice de peso seco de pedúnculos com vagem; RNVP/NPCV: relação do número de vagens por planta pelo número de pedúnculos com vagem; R²PGS/PSPTP: relação do peso de grãos secos pelo peso seco total de pedúnculos. *significativo (0,05 ≥ p ≥ 0,05). ** significativo (p < 0,01).

Nos caracteres IPCV e IPSPCV (CR-2), somente a interação aditivo x dominante foi significativa. As estimativas do efeito de dominância em NPCV e NTP nos cruzamentos 1 e 2 e em PSTP no cruzamento 1 estão associadas aos efeitos epistáticos significativos, os quais contribuem para a variância genética desses caracteres.

A decomposição não ortogonal dos componentes de média para o modelo completo e a estimativa do coeficiente de determinação para cada parâmetro encontram-se nas Tabelas 3 e 4. O efeito aditivo prevaleceu na expressão dos caracteres CMPCV, PSTP, PSMPCV, IPCV, IPSPCV e na relação RPGS/PSTP nos dois cruzamentos. Rocha et al. (2009) relataram resultados similares para o caráter comprimento do pedúnculo.

A interação dominante x dominante no CR-1 foi a de maior importância na expressão do caráter NTP, enquanto no CR-2 a interação aditiva x aditiva foi a que mais contribuiu na expressão desse caráter. Em PSTP, as interações aditiva x dominante no CR-1 e aditiva x aditiva no CR-2 tiveram maior participação na determinação do caráter. A interação aditiva x dominante foi a que teve maior influência na expressão dos caracteres IPCV e IPSPCV no CR-2.

As estimativas das variâncias, das herdabilidades nos sentidos amplo e restrito, o grau médio de dominância e o número de genes que controlam os caracteres são apresentados na Tabela 5. As estimativas de variâncias genéticas e aditivas em todos os caracteres no CR-1 foram maiores que as estimativas observadas no CR-2, exceto na relação RNVP/NPCV.

As variâncias em virtude da dominância em NPCV somente no CR-1, NTP e PSMPCV somente no CR-2 e IPCV, IPSPCV, RNVP/NPCV e RPGS/PSTP em ambos os cruzamentos apresentaram-se negativas. No CR-2, as variâncias genotípica, aditiva e em razão da dominância no caráter PSTP e as variâncias genotípica e dominante em CMPCV também se apresentaram negativas. Nessas variâncias, foi atribuído o valor zero, conforme recomendado por Searle (1971). Em decorrência disso, as herdabilidades nos sentidos amplo e restrito apresentam os mesmos valores.

Scott e Jones (1989), Oliveira et al. (2010), Lobo et al. (2005) e Santana et al. (2002) também obtiveram estimativas negativas da variância em razão da dominância. Scott e Jones (1989) e Lobo et al. (2005) afirmaram que esses resultados indicam um efeito de dominância pequeno ou desprezível.

Apesar de os efeitos aditivo e dominante em NPCV e NTP no CR-2 terem sido significativos, houve maior variância nos efeitos aditivos. Consequentemente, esses tiveram maior peso na estimativa da herdabilidade dos caracteres.

Em PSTP no CR-1, os efeitos gênicos aditivo e de dominância foram significativos, mas a variância de dominância foi superior à variância aditiva, influenciando a estimativa da herdabilidade ampla.

Tabela 5. Estimativas das variâncias fenotípica, genotípica e ambiental, herdabilidade, grau médio de dominância e do número de genes que controlam caracteres relacionados à inflorescência em cruzamentos de feijão-caupi, segregando para inflorescências simples e composta, Teresina, PI, 2008.

Parâmetro	Caráter ⁽¹⁾									
	NPCV	NTP	CMPCV (cm)	PSTP(g)	PSMPCV (g)	IPCV	IPSPCV	RNVP/ NPCV	RPGS/ PSTP	
Cruzamento 1 - TVx 5058 - 09C (P ₂) x Cacheado-roxo (P ₁)										
Variância fenotípica	29,40	50,56	87,22	73,05	0,45	0,07	0,04	0,22	4,68	
Variância genotípica	15,58	26,51	55,53	46,63	0,25	0,03	0,02	0,06	2,21	
Variância aditiva	16,94	24,90	31,72	37,46	0,20	0,04	0,03	0,09	3,78	
Variância em razão da dominância ⁽²⁾	0	1,61	23,81	9,17	0,06	0	0	0	0	
Variância de ambiente	13,82	24,06	31,69	26,42	0,20	0,04	0,02	0,16	2,46	
Herdabilidade ampla	52,99	52,42	63,66	63,83	56,54	44,93	54,18	27,38	47,34	
Herdabilidade restrita	52,99	49,24	36,37	51,28	43,80	44,93	54,18	27,38	47,34	
Grau médio de dominância	-	0,36	1,23	0,70	0,76	-	-	-	-	
Número de genes que controlam o caráter	6	10	10	8	15	3	3	14	4	

Continua...

Tabela 5. Continuação.

Parâmetro	Caráter ⁽¹⁾								
	NPCV	NTP	CMPCV (cm)	PSTP(g)	PSMPCV (g)	IPCV	IPSPCV	RNVP/ NPCV	RPGS/ PSTP
Variância fenotípica	14,74	32,20	45,12	21,08	0,23	0,06	0,03	0,26	3,22
Variância genotípica ⁽²⁾	7,18	12,96	23,03	0	0,02	0,01	0,01	0,09	0,43
Variância aditiva ⁽²⁾	6,59	15,08	23,03	0	0,10	0,03	0,02	0,22	1,55
Variância em razão da dominância ⁽²⁾	0,59	0	0	0	0	0	0	0	0
Variância de ambiente	7,56	19,24	50,52	26,65	0,21	0,04	0,02	0,16	2,78
Herdabilidade ampla	48,69	40,26	51,04	0	9,00	23,12	22,23	36,05	13,45
Herdabilidade restrita	44,72	40,26	51,04	0	9,00	23,12	22,23	36,05	13,45
Grau médio de dominância	0,42	-	-	-	-	-	-	-	-
Número de genes que controlam o caráter	13	10	7	-	14	3	4	5	7

⁽¹⁾NPCV: número de pedúnculos com vagem; NTP: número total de pedúnculos; CMPCV: comprimento médio de pedúnculos com vagem PSTP: peso seco total de pedúnculos; PSMPCV: peso seco médio de pedúnculos com vagem; IPCV: índice de pedúnculos com vagem; IPSPCV: índice de peso seco de pedúnculos com vagem; RNVP/NPCV: relação do número de vagens por planta pelo número de pedúnculos com vagem; RPGS/PSTP: relação do peso de grãos secos pelo peso seco total de pedúnculos.

⁽²⁾ Onde há zero, a variância em razão da dominância foi negativa.

As herdabilidades nos sentidos amplo e restrito no CR-1 variaram de 27,8% em RNVP/NPCV a 52,99% em NPCV. No CR-2, variaram de 9,0% em PSMPCV a 51,04% em CMPCV (Tabela 5). Nos caracteres NPCV, NTP e CMPCV, as herdabilidades apresentaram valores relativamente próximos nos dois cruzamentos, variando de 40,26% a 52,99%. O caráter PSTP, no CR-1, teve herdabilidade ampla de 63,83% e restrita de 51,28%; no CR-2, os dados não permitiram estimar esse parâmetro e as herdabilidades foram consideradas zero. Em PSMPCV, as herdabilidades ampla e restrita foram, respectivamente, de 56,54% e 43,80% no CR-1; no CR-2, foram idênticas, iguais a 9,0. Nos caracteres IPCV, IPSPCV, RNVP/NPCV e RPGS/PSTP, as herdabilidades ampla e restrita foram iguais em ambos os cruzamentos e, com exceção do caráter RNVP/NPCV, foram maiores no CR-1. Nesse cruzamento, variaram de 27,38% em RNVP/NPCV a 54,18% em IPSPCV. No CR-2, as herdabilidades variaram de 13,45% em RPGS/PSTP a 36,05% no caráter RNVP/NPCV. Tanto no CR-1 quanto no CR-2, em praticamente todos os caracteres, as estimativas de herdabilidade variaram de média a baixa. Em virtude das baixas estimativas obtidas nas herdabilidades dos caracteres RNVP/NPCV no CR-1 e em PSMPCV, IPCV, IPSPCV e RPGS/PSTP no CR-2, a seleção desses caracteres pode ser dificultada, devendo ser feita em gerações mais avançadas. Valores altos de herdabilidade refletem a marcante presença do componente genético da variação fenotípica na expressão dos caracteres, havendo grande possibilidade de serem melhorados por meio de seleção (ROCHA et al., 2003).

Na comparação de médias entre populações com inflorescências simples e composta, observou-se certa semelhança entre os cruzamentos, tanto nas comparações de gerações F_2 , quanto nos retrocruzamentos com o parental recessivo. Dentro dos cruzamentos, destaca-se a similaridade entre as populações segregantes F_2 e retrocruzamentos com o parental recessivo (Tabela 6). Esse resultado mostra que houve coerência entre as estimativas obtidas nas duas populações. Em relação aos caracteres, houve diferença significativa no caráter NTP somente na geração F_2 do CR-1, em que a média da população com inflorescência composta foi maior que a média da população com inflorescência simples.

Tabela 6. Número de plantas observadas (n), média e variância de caracteres do pedúnculo em dois cruzamentos de feijão-caupi, segregando para inflorescências simples e composta, Teresina, PI, 2008.

Geração F ₂ ⁽¹⁾	Cruzamento 1 (P ₂ x P ₁)							Cruzamento 2 (P ₁ x P ₃)						
	Inflorescência simples				Inflorescência composta			Inflorescência simples				Inflorescência composta		
	n	Média	Varian- cia	n	Média	Varian- cia	t ⁽²⁾	n	Média	Varian- cia	n	Média	Varian- cia	t ⁽²⁾
NPCV ⁽³⁾	194	8,22	30,31	49	8,04	26,33	0,03 n.s	188	6,28	14,00	77	5,86	16,62	1,02 n.s
NTP ⁽³⁾	194	12,07	48,75	49	15,24	50,69	3,21 **	188	9,73	32,43	77	9,38	31,95	0,40 n.s
CMPCV(cm)	194	24,02	61,28	49	31,54	147,24	4,13 **	188	21,83	30,27	77	28,14	53,69	6,80 **
PSTP(g)	194	7,06	42,81	49	16,99	115,74	6,18 **	188	4,84	13,05	77	8,63	30,78	5,54 **
PSMPCV(g)	194	0,7	0,20	49	1,56	0,84	6,38 **	188	0,62	0,08	77	1,20	0,37	8,08 **
IPCV	194	0,69	0,07	49	0,56	0,06	3,54 **	188	0,70	0,06	77	0,66	0,06	1,13 n.s
IPSPCV	194	0,83	0,04	49	0,71	0,06	3,31 **	188	0,84	0,03	77	0,81	0,04	1,09 n.s
RNVP/ NPCV ⁽³⁾	194	1,57	0,15	49	1,86	0,42	2,90 **	188	1,41	0,13	77	1,91	0,39	6,83 **
RPGS/PSTP	194	3,46	4,69	49	1,73	2,30	6,47 **	188	3,51	3,55	77	2,46	1,64	5,24 **

Continua...

Tabela 6. Continuação

	Cruzamento 1 (P ₂ x P ₁)							Cruzamento 2 (P ₁ x P ₃)						
	Inflorescência simples			Inflorescência composta			t ⁽²⁾	Inflorescência simples			Inflorescência composta			t ⁽²⁾
Retro-cruzamentos ⁽¹⁾	RC(F ₁ (P ₂ x P ₁) x P ₁)							RC(F ₁ (P ₁ x P ₃) x P ₁)						
NPCV ⁽³⁾	51	10,92	19,75	41	8,54	13,40	2,91 **	37	9,14	9,01	32	7,25	13,68	2,56 *
NTP ⁽³⁾	51	15,45	28,29	41	15,95	37,15	0,32 n.s	37	13,05	25,11	32	11,13	27,6	1,65 n.s
CMPCV(cm)	51	28,66	38,91	41	39,52	70,89	6,88 **	37	27,46	28,25	32	35,75	33,24	6,17 **
PSTP(g)	51	11,23	32,56	41	23,01	102,07	6,66 **	37	9,16	16,18	32	13,85	36,53	3,74 **
PSMPCV(g)	51	0,88	0,15	41	1,98	0,56	8,65 **	37	0,87	0,09	32	1,68	0,20	8,54 **
IPCV	51	0,73	0,03	41	0,57	0,05	3,85 **	37	0,74	0,03	32	0,68	0,04	1,32 n.s
IPSPCV	51	0,84	0,02	41	0,73	0,03	3,34 **	37	0,87	0,01	32	0,84	0,01	1,30 n.s
RNVP/ NPCV ⁽³⁾	51	1,48	0,11	41	1,78	0,24	3,30 **	37	1,44	0,09	32	1,92	0,16	5,87 **
RPGS/PSTP	51	2,68	1,39	41	1,35	0,64	6,45**	37	2,79	1,28	32	1,89	0,51	4,00 **

⁽¹⁾NPCV: número de pedúnculos com vagem; NTP: número total de pedúnculos; CMPCV: comprimento médio de pedúnculos com vagem; PSTP: peso seco total de pedúnculos; PSMPCV: peso seco médio de pedúnculos com vagem; IPCV: índice de pedúnculos com vagem; IPSPCV: índice de peso seco de pedúnculos com vagem; RNVP/NPCV: relação do número de vagens por planta pelo número de pedúnculos com vagem; RPGS/PSTP: relação do peso de grãos secos pelo peso seco total de pedúnculos.

⁽²⁾Valor de " t " com * e ** : significativos em níveis a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.
n.s : não significativo.

⁽³⁾ Dados transformados em \sqrt{x} .

Para alguns dos melhoristas de feijão-caupi, o ideótipo da planta dessa espécie seria próximo ao das cultivares modernas de soja, que têm pedúnculo curto (SANTOS et al., 2007). Porém, em todas as populações, as plantas com inflorescência composta obtiveram maior comprimento do pedúnculo em relação às de inflorescência simples, de no mínimo 7 cm a mais. Então a seleção para esse caráter deve continuar no programa de melhoramento, para ser possível obter genótipos de inflorescência composta com pedúnculo curto.

As médias dos caracteres CMPCV, PSTP e PSMPCV e da relação RNVP/NPCV, nas populações com inflorescência composta, foram maiores que as médias das populações com inflorescência simples. O caráter PSTP só seria vantajoso se associado a um alto número de pedúnculos com vagem, e esses pedúnculos também teriam que ser curtos. Em RPGS/PSTP, as médias foram menores nas populações com inflorescência composta, nas gerações F_2 e nos retrocruzamentos em ambos os cruzamentos, demonstrando que as populações com inflorescência composta tendem a ter maior peso seco de pedúnculos com vagem.

Aumentar a relação RPGS/PSTP constitui o desafio para o melhoramento do feijão-caupi. Isso pode ser buscado por dois caminhos: aumento da produtividade de grãos e redução do tamanho e conseqüentemente do peso seco total de pedúnculos.

A comparação de médias nos caracteres IPCV e IPSPCV mostrou que as médias entre as populações com inflorescências simples e composta são estatisticamente diferentes na geração F_2 e no retrocruzamento, no CR-1. A população com inflorescência composta apresentou menor índice de pedúnculos com vagem e menor índice de peso seco de pedúnculos com vagem,

mostrando que as populações com inflorescência simples tiveram maior quantidade de pedúnculos com vagem. É importante dizer que só havia duas opções de parentais com inflorescência composta para serem usadas nesse estudo, o 'Cacheado' (ARAÚJO et al., 1981; MACHADO et al., 2007) e o 'Cacheado-roxo', ambos portadores de pedúnculos longos. Desse modo, espera-se, que, por seleção, esse caráter possa ser alterado para favorecer a obtenção de plantas com inflorescência composta mais produtivas e adequadas quanto à arquitetura.

Conclusões

Os efeitos gênicos de dominância, aditividade e interação epistática são importantes para explicar a variância dos caracteres do pedúnculo nos cruzamentos.

A ação gênica aditiva é o efeito de maior relevância no controle genético dos caracteres relacionados à inflorescência.

As populações com inflorescência composta derivadas dos cruzamentos de feijão-caupi avaliados apresentam maior comprimento do pedúnculo.

Os caracteres comprimento de pedúnculos com vagem e peso seco total de pedúnculo apresentam maior variabilidade nas populações com inflorescência composta.

Agradecimentos

À Embrapa Meio-Norte, pela permissão do desenvolvimento da pesquisa em seus campos experimentais; aos funcionários do Programa de Melhoramento de Feijão-caupi, no auxílio da execução do experimento e pela amizade; e à CAPES/FACEPE, pela bolsa de estudo concedida ao primeiro autor.

Referências

- ARAÚJO, J. P. P. de; SANTOS, A. A. dos; CARDOSO, M. J.; WATT, E. E. Nota sobre a ocorrência de uma inflorescência ramificada em caupi *Vigna unguiculata* (L.) Walp. subsp. *unguiculata* no Brasil. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v.11/2, n. 12, p. 187-193, 1981.
- BEZERRA, A. A. de C.; ALCÂNTARA NETO, F. de; NEVES, A. C. das; MAGGIONI, K. Comportamento morfoagronômico de feijão-caupi, cv. BRS Guariba, sob diferentes densidades de plantas. **Revista de Ciências Agrárias**, Manaus, v. 55, n. 3, p. 184-189, jul./set. 2012.
- BEZERRA, A. A. de C.; ANUNCIACÃO FILHO, C. J. A. da; FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q. Inter-relação entre caracteres de caupi de porte ereto e crescimento determinado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, n. 1, p. 137-142, jan. 2001.
- CRUZ, C. D. **Programa GENES**: versão windows: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2001. 648 p.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3. ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2004. v. 1, 480 p.
- FAWOLE, I.; AFOLABI, O. Genetic control of a branching peduncle mutant of cowpea, *Vigna unguiculata* (L.) Walp. **The Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 100, n. 2, p. 473-475, 1983.
- LOBO, V. L. da S.; GIORDANO, L. de B.; LOPES, C. A. Herança da resistência à mancha-bacteriana em tomateiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 30, n. 4, p. 343-349, jul./ago. 2005.
- MACHADO, C. de F.; FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; COSTA, D. S. S.; AMORIM, A. F. de. Herança da inflorescência composta da cultivar de feijão-

caupi cacheado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 5, p. 1347-1350, set./out. 2007.

MACHADO, C. de F.; TEIXEIRA, N. J. P.; FREIRE FILHO, F. R.; ROCHA, M. de M.; GOMES, R. L. F. Identificação de genótipos de feijão-caupi quanto à precocidade, arquitetura da planta e produtividade de grãos. **Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 39, n. 1, p. 114-123, jan./mar. 2008.

MATHER, K.; JINKS, J. L. **Introdução à genética biométrica**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1984. 242 p.

MATOS FILHO, C. H. A.; GOMES, R. L. F.; ROCHA, M. de M.; FREIRE FILHO, F. R.; LOPES, A. C. de A. Potencial produtivo de progênies de feijão-caupi com arquitetura ereta de planta. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 2, p. 348-354, mar./abr. 2009.

OLIVEIRA, M. A. C. de; DUARTE, J. B.; MORELLO, C. de L.; SUASSUNA, N. D.; OLIVEIRA, A. B. de. Inheritance of resistance to *Colletotricum gossypii* var. *cephalosporioides* in cotton. **Crop Breeding and Applied Biothecnology**, Londrina, v. 10, n. 1, p. 65-73, 2010.

ROCHA, M. de M.; CAMPELO, J. E. G.; FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; LOPES, A. C. de A. Estimativas de parâmetros genéticos em genótipos de caupi de tegumento branco. **Revista Científica Rural**, Bagé, v. 8, n. 1, p. 135-141, 2003.

ROCHA, M. de M.; CARVALHO, K. J. M. de; FREIRE FILHO, F. R.; LOPES, A. C. de A.; GOMES, R. L. F.; SOUSA, I. da S. Controle genético do comprimento do pedúnculo em feijão-caupi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 44, n. 3, p. 270-275, mar. 2009.

SANTANA, E. S. de; AQUINO, L. H. de; BEARZOTI, E.; OLIVEIRA, A. I. G. de. Avaliação de métodos de estimação de componentes de variância em modelos em classificação simples com aplicação em bovinos nelore. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 5, p. 1041-1048, set./out. 2002.

SANTOS, C. A. F.; SANTOS, I. C. N. dos; RODRIGUES, M. A. **Melhoramento genético do feijão-caupi na Embrapa Semi-Árido**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007. 24 p. (Embrapa Semi-Árido. Documentos, 204).

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT user's guide**, version 9.2. Cary, 2008.

SATTERTHWAITE, F. E. An approximate distribution of estimates of variance components. **Biometrics Bulletin**, Washington, v. 2, n. 6, p. 110-114, 1946.

SCOTT, J. W.; JONES, J. B. Inheritance of resistance to foliar bacterial spot of tomato incited by *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Mount Vernon, v. 114, n. 1, p. 111-114, Jan. 1989.

SEARLE, S. R. **Linear models**. New York: J. Wiley, 1971. 532 p.

SEN, N. K.; BHOWAL, J. G. Genetics of *Vigna sinensis* (L.) Savi. **Genética**, The Hague, v. 32, n. 1, p. 247-266, 1961.



Meio-Norte

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



CGPE 11370